

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

Назаренко Л.А., Черкашина О.Л.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять з курсу

***"РОЗРАХУНОК І КОНСТРУЮВАННЯ
СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ"***

*(для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальностей
7.090605, 8.090605 "Світлотехніка і джерела світла")*

**ХАРКІВ
ХНАМГ
2010**

Методичні вказівки до практичних занять з курсу "Розрахунок і конструювання світлових приладів" (для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальностей 7.090605, 8.090605 - "Світлотехніка і джерела світла") / уклад.: Л. А. Назаренко, О. Л. Черкашина; Харк. нац.. акад. міськ. госп-ва; - Х.: ХНАМГ, 2010. – 38 с.

.

Укладачі: проф., д.т.н. Л. А. Назаренко,
к. ф.-м. н. О. Л. Черкашина

Рецензент: доц. Л.Д. Гуракова

Рекомендовано кафедрою світлотехніки і джерел світла, протокол № 1 від 2 вересня 2009 р.

ЗМІСТ

	ВСТУП	5
1	Принципи проектування СП із відомою областю експлуатації.	6
1.1	Приклади вхідних вимог до параметрів СП для різних галузей використання.	8
1.1.1	СП, призначений для освітлення зони заправлення на АЗС ...	8
1.1.2	СП, призначений для загального освітлення приміщень художнього музею	9
1.1.3	СП, призначений для освітлення хірургічних приміщень	11
1.1.4	СП, призначений для освітлення фонтанів і басейнів	12
2	Визначення рівня стандартизації і уніфікації конструкції СП. .	13
3	Методи техніко-економічної оцінки світлових приладів у процесі конструювання.	16
4	Метод комплексної оцінки ефективності світлових приладів на стадії конструювання.	19
5	Методи визначення температури світильників по експериментальних залежностях.	24
	Додаток А	28
	Додаток Б.	36
	Додаток В.	37

Список скорочень:

ДСТУ – державні стандарти України
ТЗ - технічне завдання
ДКР – дослідно-конструкторська робота
НДР – науково-дослідна робота
ТЭО – техніко-економічне обґрунтування
ТУ – технічні умови
ТКВ - технологічність конструкції виробу
СП - світловий прилад
ОУ – освітлювальна установка
ОП – освітлювальний прилад
КСС – крива сили світла,
ДС - джерело світла
ККД - коефіцієнт корисної дії
ІЧ – інфрачервоний
УФ – ультрафіолетовий
ПРА – пуско-регулююча апаратура
ЛР – лампа розжарювання
ГЛР - галогенна лампа розжарювання
ЛЛ – люмінесцентні лампи
ДРЛ – дугова ртутна люмінесцентна
МГЛ – металогалогенне
ЕП – електроустановочний пристрій
ДРІ – дугова ртутна іодідна
ДнаТ – дугова натрієва трубчата лампа
НЛВТ – натрієва лампа високого тиску
ДРІШ - металогалогенна лампа короткодугова
РЛВТ – ртутна лампа високого тиску

ВСТУП

Мета цих методичних указівок – посприяти студентам в оволодінні практичними питаннями розрахунку і конструювання світлових приладів. Теми практичних занять повторюють і розширюють матеріал досліджуваний у курсі для більш глибокого засвоєння інформації.

В процесі вивчення дисципліни проводиться два граничних контролю, результати яких враховують відвідування занять, результати роботи на практичних заняттях, результати контрольних робіт, поточну успішність.

1. Принципи проектування СП із відомою областю експлуатації

Проект у відомому значенні може бути протипоставлений виробу. **Проект** - це абстракція, а **виріб** як матеріальний об'єкт - конкретність. В основі двох різних термінів - проект і виріб - закладено значення творчої технічної діяльності. Проект є результат розумової діяльності в сфері інформації, а виріб це результат діяльності в сфері матеріальних об'єктів.

Проектування і конструювання - це діяльність із задумами, а **виготовлення й експлуатація** - діяльність з виробами. Зазначені області інженерної діяльності доповнюються дослідженнями - **науковими і практичними**. Результати цих досліджень приводять до появи нової інформації, тобто створюють новий проект.

Проектування - це пошук науково-обґрунтованих, технічно здійсненних і економічно доцільних інженерних рішень. Результатом проектування є проект майбутнього виробу. Проект аналізується, обговорюється, коректується і приймається як основа для подальшої розробки.

Конструкція виробу ґрунтується на його проекті. Тому проектування виробу передусє його конструюванню.

Конструювання - це створення конкретної, однозначної конструкції виробу. Конструювання спирається на результати проектування й уточнює всі інженерні рішення, прийняті при проектуванні.

Проектування і конструювання слугують одній цілі: розробці нового виробу. Це - види розумової діяльності, коли в розумі розроблювача створюється конкретний уявний образ. Цей образ піддається уявним експериментам, що включають перестановку складових частин або заміну їх іншими елементами. Одночасно оцінюється ефект внесених змін, визначається, як ці зміни можуть вплинути на кінцевий результат. Уявний образ створюється відповідно до загальних правил проектування і конструювання й у наслідку приймає остаточний, технічно обґрунтований вид.

Технічне завдання (ТЗ, техзавдання) - вихідний документ для проектування технічного пристрою (світлового приладу - СП). Технічне завдання - вихідний документ, що визначає порядок і умови проведення робіт за Договором, що містить ціль, задачі, принципи виконання, очікувані результати і терміни виконання робіт.

ТЗ містить основні технічні вимоги, пропоновані до СП і вихідні дані для розробки; у ТЗ указуються призначення об'єкта, галузь його застосування, стадії розробки конструкторської (проектної, технологічної) документації, її склад, терміни виконання тощо, а також особливі вимоги, обумовлені специфікою самого об'єкта або умовами його експлуатації. Як правило, ТЗ складають на основі аналізу результатів попередніх досліджень, розрахунків і моделювання.

Структура технічного завдання (ТЗ) на проведення дослідно-конструкторських робіт (ДКР).

- 1 Вступні дані
 - 1.1 Найменування ДКР
 - 1.2 Підстава для виконання ДКР
 - 1.3 Виконавець ДКР
 - 1.4 Термін виконання ДКР
- 2 Переслідувані цілі
 - 2.1 Ціль виконання ДКР
 - 2.2 Найменування й індекс зразка:
- 3 Технічні вимоги до виробу
 - 3.1 Склад виробу:
 - 3.2 Вимоги призначення
 - 3.2.1 Призначення
 - 3.2.2 Функції
 - 3.2.3 Метрологічні характеристики
 - 3.2.4 Вимоги до електроживлення
 - 3.3 Вимоги електромагнітної сумісності
 - 3.4 Вимоги живучості і стійкості до зовнішніх впливів
 - 3.5 Вимоги надійності
 - 3.6 Вимоги ергономіки, населеності і технічної естетики
 - 3.7 Вимоги до експлуатації, збереження, зручності технічного обслуговування і ремонту
 - 3.8 Вимоги транспортабельності
 - 3.9 Вимоги безпеки
 - 3.10 Вимоги стандартизації й уніфікації
 - 3.11 Вимоги технологічності
 - 3.12 Конструктивні вимоги
- 4 Техніко-економічні вимоги
- 5 Вимоги до видів забезпечення
 - 5.1 Вимоги до метрологічного забезпечення
 - 5.2 Вимоги до програмного забезпечення
- 6 Вимоги до сировини, матеріалів і комплектуючих виробів
- 7 Вимоги до консервації, упакування і маркування
- 8 Вимоги до учбово-тренувальних засобів
- 9 Спеціальні вимоги
- 10 Етапи виконання ДКР
- 11 Порядок виконання і приймання етапів ДКР

Технічне завдання є основним документом усього проекту і усіх взаємин замовника і розроблювача. Коректне ТЗ, написане і погоджене між усіма зацікавленими і відповідальними особами є запорукою успішної реалізації проекту.

Як інструмент комунікації в низці спілкування замовник-виконавець, технічне завдання дозволяє:

обом сторонам:

- представити готовий продукт;
- виконати по пунктну перевірку готового продукту (приймальне тестування - проведення досліджень);

- зменшити число помилок, зв'язаних зі зміною вимог у результаті їхньої неповноти або помилковості (на всіх стадіях і етапах створення, за винятком досліджень);
- замовнику:
- усвідомити, що саме йому потрібно в тому числі спираючись на існуючі на даний момент технічні можливості і свої ресурси;
- вимагати від виконавця відповідності продукту всім умовам, обговореним у ТЗ; виконавцю:
- зрозуміти суть задачі, показати замовнику «технічний вигляд» майбутнього виробу;
- спланувати виконання проекту і працювати за наміченим планом;
- відмовитися від виконання робіт, не зазначених у ТЗ.

Як правило Замовник не є професіоналом у галузі високих технологій, і задача їм ставиться на загальному рівні: Ми б хотіли побачити ось це, може це, а може ще і це. У такому випадку Виконавець може сам запропонувати варіанти, черговість і етапність вирішення поставленої задачі.

Від того наскільки правильно і досконально з'ясована задача і наскільки правильно це відображено в технічному завданні залежить успішність завершення проекту, що допоможе виконавцю уникнути різних судових і інших безладь.

1.1 Приклади вхідних вимог до параметрів СП для різних галузей використання.

1.1.1 СП, призначений для освітлення зони управління на АЗС

Автозаправні станції — цілком особливі об'єкти будівництва і зовнішньої реклами по цілому ряду показників. Візуально-інформаційне оформлення АЗС повинне не тільки цілком відповідати всім прийнятим нормам безпеки об'єкта, але і привертати увагу автовласників більш виразними в порівнянні з комплексами конкурентів дизайном.

Архітектурний вигляд, колірне і світлове оформлення АЗС повинні контрастно виділятися на фоні навколишнього середовища. При традиційно невеликій висоті ці об'єкти повинні бути видні здалеку й обов'язково привертати увагу будь-якого автовласника, що іде поблизу. При цьому бажано викликати в нього миттєву позитивну оцінку, позиціонуючи АЗС як комплекс найбільш солідного і надійного постачальника даного виду послуг.

Одна з найважливіших особливостей АЗС - відповідність нормам безпеки застосовуваних у будівництві й оформленні матеріалів, конструкцій і технологій. Вони повинні не тільки ефективно виконувати свої функції, але і відповідати вимогам довговічності, пожежобезпеки, мати високі показники захисту від ударних впливів, волого-, тепло- і морозостійкості, повинні бути надійні в експлуатації і не вимагати складного догляду і частого ремонту. Джерела освітлення, у випадку їхньої недостатньої захищеності, ненадійності, несправності або неправильного монтажу є одними з головних потенційних джерел небезпеки на АЗС.

Питання захисту систем освітлення і їхня відповідність нормам, пропонованим до бензозаправних комплексів, грають у даному випадку першочергову роль.

При виборі джерел світла для оформлення АЗС, крім відповідності їх вимогам електробезпеки і пожежобезпеки, на перший план виходить ступінь захисту світлового приладу, що дає йому право бути використаним у тих або інших

умовах експлуатації.

Ступінь захисту корпусів світлових приладів відповідно до міжнародного нормативу - IP (International Protect). Цей норматив несе інформацію про захист обслуговуючого персоналу від поразки електричним струмом і про ступінь захисту електронних елементів, розташованих усередині, від проникнення пилу і води. На корпусах приладів указується ступінь захисту за допомогою букв IP і наступних двох цифр, наприклад IP20 або IP65. Перша цифра дає уявлення про захист від дотику людиною до струмоведучих частин і про захист від влучення у вироби сторонніх предметів. Друга - визначає ступінь захисту корпуса від проникнення води.

Для освітлення АЗС під навісом проектуються світильники, що вмонтовуються, і накладні зі ступенем захисту не менш IP54, де 5 - повний захист від усіх видів проникнення і частковий захист від пилу (можливо лише влучення пилу в кількості, що не порушує роботу приладу); 4 - захист від улучення крапель або бризків, що падають під будь-яким кутом. Корпуса цих світлових приладів виконуються з листової сталі з фарбуванням для захисту від корозії або ж з алюмінію. В якості джерел світла використовують ртутні, натрієві і металогалогенні лампи. Усередині корпуса для підвищення світлового ККД установлюється відбивач з анодированого алюмінію. Джерело світла зовні закривається термостійким загартованим склом. На світильник можна установити ґрати, що розсіюють, з оксидного алюмінію і антивандальні захисні ґрати.

Для освітлення майданчику АЗС за межами навісу проектуються світлові пристрої зі ступенем захисту не менш IP67. Відповідні стандарту IP67 пристрої цілком захищені як від проникнення сторонніх предметів, так і від улучення пилу, і при цьому мають високий ступінь вологозахищеності: захист від улучення води забезпечується навіть при тимчасовому зануренні у воду. Таким чином, крім вимог, пропонованих до світильників, використовуваним під навісом АЗС, світлові пристрої, що знаходяться зовні, повинні мати абсолютно герметичний корпус, що забезпечується як конструкцією самого приладу, так і застосуванням спеціальних ущільнювачів. Подібний ступінь захисту забезпечує надійну роботу і безпеку світлових пристроїв в умовах підвищеної загазованості і запиленості повітря і під впливом опадів.

Точний світлорозподіл у світильниках для АЗС повинна забезпечувати високоякісна оптика із симетричним і асиметричним відбивачем. Світло повинне концентруватися в межах заправної станції, підкреслюючи фірмовий стиль і не засліплюючи потенційних клієнтів, що проїжджають повз. Світло ламп повинне створювати природне відтворення кольорів і приємну атмосферу на заправці.

1.1.2 СП, призначений для загального освітлення приміщень художнього музею

Перед музейним освітленням ставиться цілий комплекс задач. По-перше, необхідно показати твір мистецтва якісно: тобто, з одного боку, повно і вірогідно виявити параметри, що складають основу його художності - форму, колір, фактуру, матеріал, а з іншого боку - з огляду на фізіологічні особливості людського зору, постаратися виключити можливі перешкоди: відблиски, осліплюючий ефект, занадто різкі контрасти. По-друге, потрібно забезпечити

схоронність експоната, тому що навіть денне світло діє на них пагубно: папір жовтіє, органічні речовини розпадаються, міняється хімічний склад фарб. Оскільки адекватне уявлення експоната вимагає досить сильного світла, а його схоронність забезпечується саме при низькому рівні освітленості, музейне освітлення - завжди плід компромісу.

Для створення оптимальних умов сприйняття мистецтва мають значення колір і фактура поверхонь стін, розташування вікон, архітектурні особливості приміщення. У свою чергу враховуються розмір картини і її розташування щодо вікон і інших експонатів, добові і метеорологічні зміни освітленості приміщення, не говорячи вже про те, що неможливо якісно представити будь-який твір мистецтва без розуміння задуму майстра. Ідеальний мікроклімат для життя кожного окремого експоната створюється зусиллями цілої групи професіоналів, куди входять освітлювачі, фахівці з монтажу, мистецтвознавці. Виходячи з заданих умов до освітлювальної установки пред'являються жорсткі вимоги, а саме: якісна передача кольору і підвищена адаптуємість до різних рівнів природного освітлення, відсутність шкідливих впливів і зручність конструкції.

Схоронність експонатів гарантується нормами освітленості ГОСТ Р 8.586-2001 «Средства измерений характеристик искусственного и естественного излучения для обеспечения сохранности музейных экспонатов». На відміну від виробничих, навчальних і інших приміщень, де встановлюються нижні припустимі показники, для музеїв визначаються верхні границі норм, що не повинні перевищуватися ні при яких умовах. Ці рівні різні для різних експонатів: так, наприклад, для тканин, газетного паперу й акварелі освітленість не повинна перевищувати 50 лк, для живопису олійними фарбами - 150 лк, а для дорогоцінних металів і каменів - 500 лк. Крім того, повинне бути виключене або зведено до мінімуму присутність агресивних ультрафіолетового й інфрачервоного випромінювань: перше робить пряму руйнівну дію, приводячи до розпаду молекул, друге побічно сприяє старінню матеріалів, прискорюючи хімічні реакції через збільшення температури. Причому небезпека ультрафіолетового випромінювання збільшується тією обставиною, що воно має так називаний кумулятивний ефект - властивістю накопичуватися.

Однак абсолютна більшість сховищ шедеврів світового мистецтва - це історично сформовані будинки: палацеві спорудження, особняки і навіть вокзали, де цей принцип послідовно витримувати неможливо. Тут в обов'язковому порядку рекомендується закривати або зашторювати вікна, тому що застосування поглинаючої ультрафіолетові промені плівки стовідсоткового ефекту захисту не дає. Але так чи інакше сучасна експозиція будується на штучному світлі. Нейтралізувати дію ультрафіолету допомагають фільтри, що поглинають цю область спектра, і спеціальні інтерференційні покриття. Відсутність нагрівання в стандартних випадках забезпечується за рахунок відстані між джерелом і експонатом (не менш 1 м).

Свої вимоги висуває і сам твір мистецтва. При освітленні арт-об'єктів першорядного значення набуває фактор кольору світла. Визначають кольоровість джерела світла для кожної картини фахівці-мистецтвознавці, що знають всі особливості використаної при її написанні техніки, якість матеріалу і склад фарб. Живопис різних шкіл, часів і навіть окремих майстрів істотно відрізняється по

багатьом параметрам. Італійські художники, що жили після Рафаеля, додержувалися принципово іншої техніки мальовничого листа й обробки полотна, чим їхні попередники. Матеріали епохи Відродження відрізнялися від фарб і ґрунту, що використовувалися в ХІХ столітті. Роботи Фра Анжеліко вимагають дуже чуйного підсвічування, тому що його фарби покладені на золото, а написані шестигранними мазками і металевими лаками, полотна Врубеля готові засвітитися самі.

Основною складністю при реалізації даного освітлення є досягнення рівномірної засвітки світлових квадратів (комірок), як по яскравості, так і по колірній температурі. Від того, наскільки рівномірно буде засвічена “світлова стеля”, залежить рівномірність в освітленні залу в цілому й окремих експонатах окремо. Крім того, візуальна нерівномірність яскравості квадратів (комірок) стелі негативно позначається і на естетиці внутрішнього простору залу.

Таким чином, основною задачею проектування є створення такого СП, що при незмінній структурі елементів, що розсіюють, дозволить досягти високого ступеня рівномірності, як однієї комірки, так і всієї стелі в цілому. Крім того, СП повинний володіти достатньою світловою потужністю для одержання необхідних світлотехнічних параметрів.

1.1.3 СП, призначений для освітлення хірургічних приміщень

Освітлення лікарень організується у відповідності зі спеціальними нормами і вимогами до таких приміщень. Штучне освітлення лікарень поділяється на: загальне і місцеве освітлення, освітлення приліжкове й освітлення нічне.

Достатній рівень освітленості хірургічних приміщень і операційних блоків досягається завдяки використанню ламп накаливання і люмінесцентних ламп. Причому перевага віддається лампам люмінесцентним.

У передопераційних, перев'язних, наркозних приміщеннях установлюють закриті світильники з розсіювачами. Основна вимога до цього виду освітлення для лікарень – брзкозахищеність і стійкість до впливу агресивного середовища, тому що в даних приміщеннях світильники будуть регулярно проходити санітарну обробку.

Для операційних приміщень потрібно спеціальне освітлення, що допомогло б досягти найбільшої яскравості над операційним столом і менш інтенсивного світла в іншій частині приміщення. Однак рівень освітленості операційного столу повинний знаходитися в межах оптичного сприйняття, у противному випадку буде відбуватися осліплення. Операційне поле може освітлюватися трьома способами: підвісними світильниками, світильниками, убудованими в конструкцію операційної кімнати, і пересувними світильниками. При цьому не повинно виникати сильного контрасту між операційним полем і іншим приміщенням. Світильники повинні розташовуватися досить високо, щоб не відбувалося природного нагрівання операційного поля від ламп більш ніж на два-три градуси.

Окрема вимога – можливість роботи від джерел безперебійного живлення і наявність цих джерел. Аварійне освітлення в обов'язковому порядку повинне бути присутнім в операційних і перев'язних приміщеннях. Хірургічні світильники повинні мати гарантоване електроживлення (протягом 2-х годин). Вмикання і вимикання всіх приладів освітлення в операційній кімнаті повинне

здійснюватися за її межами.

Для операційної і наркозної, що відноситься до неї, і передопераційний повинен бути спроектований спеціальний герметичний тип світильників для чистих приміщень із класом захисту IP 54. Джерела світла повинні забезпечувати освітленість у 1 метрі від підлоги не менш 400 люкс в операційній і наркозній і не менш 500 люкс у передопераційній.

Світильник повинен працювати в ламінарному потоці повітря і мати високі технічні і функціональні характеристики, що повинні дозволяти:

- 1 забезпечити оптимальну освітленість операційного поля і мати можливість швидко і зручно змінювати її при необхідності;
- 2 забезпечити оптимальні параметри, як для проведення самих операцій, так і для комфорту операційної бригади;
- 3 забезпечити максимальну зручність медикам при користуванні цими медичними “лампами”, їхньому обслуговуванню;
- 4 мати можливість умонтувати відеокамеру;
- 5 мати можливість без особливих проблем пристосовувати пристрій до різних форм приміщення;

Світильники повинні мати легкодоступний регулятор освітленості, а їхня конструкція повинна давати можливість легко змінити фокусування під час операції. Як лампи повинні використовуватися галогенові елементи холодного світіння (лампи) потужністю 50 Вт, з максимальною напругою 24 В. Їхня середня тривалість роботи повинна бути 1000 годин. Ці освітлювальні прилади повинні легко піддаватися дезінфекційній обробці.

1.1.4 СП, призначений для освітлення фонтанів і басейнів

Найбільш цікавим з естетичної точки зору є освітлення зсередини цих об'єктів, тобто з-під поверхні води, для того, щоб дістати максимальний ефект сприйняття Шоу, складається з двох частин, взаємно зв'язаних один з одним. Це Водяна феєрія і світлошоу. Вода створює специфічні проблеми для освітлювальної техніки, накладаючи підвищені вимоги на надійність і електробезпечність світильників. Абсолютна вимога до підводних світильників полягає в наступному: їхнє живлення повинне бути від напруги не вище 12 В.

Світильники повинні створити яскраву світлову картину, що демонструє світлове шоу, що програється по раніше закладеній програмі або діюче за принципом світломузики, аналізатора спектра або іншого алгоритму програми керування світлом у режимі синхронної роботи з автоматичною системою керування фонтанами або незалежно від неї.

Світильник повинен конструюватися відповідно до ГОСТ Р МЭК 60598-1-2003 и ГОСТ Р МЭК 60598-2-18-98. Світильник повинен бути спроектований у вологонепроникному корпусі зі ступенем захисту IP68, гідроізоляція і захищений від ударів і тиску корпус із захистом від поразки електричним струмом III рівня.

2. Визначення рівня стандартизації і уніфікації конструкції СП

Терміни розробки і впровадження у виробництво, а також трудомісткість і вартість нових СП значною мірою визначаються ступенем уніфікації вузлів і деталей, масштабом застосування в конструкції стандартизованих і нормалізованих елементів.

Під рівнем стандартизації і уніфікації електротехнічних виробів розуміють насиченість конструкції цих виробів стандартними, уніфікованими, запозиченими і придбаними складовими частинами. При цьому надзвичайно важливо співвідношення вказаних складових частин з оригінальними вузлами і деталями, розробленими вперше спеціально для цього СП.

Рівень стандартизації і уніфікації визначається рядом показників, серед яких найважливішими є:

- 1) коефіцієнт вживаності типорозміру;
- 2) коефіцієнт вживаності конструктивно-уніфікованого ряду СП;
- 3) коефіцієнт вживаності уніфікованої серії СП;
- 4) коефіцієнт повторюваності.

Типорозмір (формфактор) - стандарт технічного виробу, що описує деяку сукупність його технічних параметрів, наприклад: форму, розмір, положення і типи роз'ємів.

Під *типорозмірним рядом* - сукупність типорозмірів СП однакового призначення, числові значення головного параметра яких знаходяться в параметричному ряду.

- 1) *Коефіцієнт вживаності типорозміру* (або типовиконання)

$K_{пр.т}$ - якісний показник, визначуваний відношенням кількості стандартних P_c , уніфікованих P_y , запозичених P_z і покупних P_n типорозмірів складових частин до загальної кількості P типорозмірів всіх складових частин %

$$K_{пр.т} = \frac{P_c + P_y + P_z + P_n}{P_c + P_y + P_z + P_n + P_0} \cdot 100\% = \frac{P - P_0}{P} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де P_0 - кількість типорозмірів оригінальних складових частин.

Модифікацією називається СП, розроблений на основі іншого СП, що має те ж значення головного параметра і відмінність в конструкції і виконанні складових частин.

Під *конструктивно-уніфікованим рядом* розуміється сукупність СП, що включає базовий СП і його модифікації.

- 2) *Коефіцієнт вживаності конструктивно-уніфікованого ряду СП*

$K_{пр.р}$ - відношення суми коефіцієнтів вживаності всіх типорозмірів в ряду до їх загального числа:

$$K_{пр.р} = \frac{\sum_{i=1}^{N_T} K_{пр.т_i}}{N_T}, \quad (2.2)$$

де - $K_{пр.т_i}$ - коефіцієнт вживаності i -го типорозміру %, підрахований по попередньому відношенню;

N_T - число типовиконань СП в конструктивно-уніфікованому ряду.

Під *серією* розуміється сукупність СП, що входять в конструктивно-уніфіковані ряди, побудовані так, що числові значення головного параметра (розміру) знаходяться в параметричному (розмірному) ряду.

3) *Коефіцієнт вживаності серії* $K_{\text{ПР.С}}$ - відношення суми добутків коефіцієнтів вживаності кожного конструктивно-уніфікованого ряду на кількість виконань виробу в ряду до загальної кількості СП у цій серії:

$$K_{\text{ПР.С}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_T} K_{\text{ПР.Р}_i} N_{T_i}}{\sum_{i=1}^{N_P} N_{T_i}}, \quad (2.3)$$

де $K_{\text{ПР.Р}_i}$ - коефіцієнт вживаності i -го ряду виробів, що входять у дану серію;

N_{T_i} - число типовиконань виробів в i -м конструктивно-уніфікованому ряду;

N_P - кількість таких рядів в серії.

Якщо серія розроблена на основі одного ряду, то $K_{\text{ПР.С}} = K_{\text{ПР.Р}}$, якщо ж в серії відсутні ряди, тобто в кожному умовному ряду є тільки один виріб, то $N_T = 1$.

Розглянемо приклад розрахунку коефіцієнтів застосовності уніфікованої серії ЛСП світильників із ЛЛ для загального промислового освітлення.

Нехай, у серію входять світильники з однієї і двома ЛЛ потужністю по 40, 65 і 80 Вт зі стартерними і безстартерними ПРА, з відбивачами без отворів і отворами, з ґратами, що екранують, і без них, з вузлами підвісу на штангах і з кріпленням безпосередньо на перекритті. Таким чином, у цій серії є шість типорозмірів світильників прямого світла з відбивачами (1х40, 2х40, 1х65, 2х65, 1х80 і 2х80 Вт), кожний з яких має 24 модифікації. Зведені дані про кількість складових частин одного типорозміру світильника 2х40 наведені в табл. 1 А додатка А.

Розрахуємо значення $K_{\text{ПР.Р}}$ для всіх його 24 модифікацій по формулі (2.1). Потім по формулі (2.2) необхідно розрахувати коефіцієнт $K_{\text{ПР.Р}}$ застосовності конструктивно-уніфікованого ряду світильників 2х40 Вт.

Якщо обрахувати $K_{\text{ПР.Р}}$ для інших типорозмірів, то по формулі (2.3) можна розрахувати $K_{\text{ПР.С}}$ коефіцієнт застосовності серії ЛСП світильників із ЛЛ.

Коефіцієнт повторюваності $K_{\text{П}}$ є показником внутріпроектної уніфікації виробів (проведеної в межах одного проекту) і характеризує повторюваність складових частин (деталей або складальних одиниць) усередині виробу:

$$K_{\text{П}} = N/n \quad (2.4)$$

де N - загальне число складових частин виробу; n - загальна кількість типорозмірів складових частин.

Коефіцієнт повторюваності складових частин у відсотках $K_{\text{П}}\%$ визначається відношенням повторюваних складових частин виробу до загальної кількості його складових частин і обчислюється як:

$$K_{\text{П}\%} = \frac{N - n}{N} \cdot 100 \quad (2.5)$$

У розглянутому прикладі модифікація 01 типорозміру 2x40 Вт характеризується коефіцієнтом повторюваності:

$$K_{П\%} = \frac{42 - 23}{42} \cdot 100 = 45,2\% . \quad (2.6)$$

Особливого значення набуває уніфікація розмірів пластмасових виробів, ґрат, що насамперед екранують, і розсіювачів, що можуть централізовано випускатися у великих кількостях на складному і дорогому сучасному устаткуванні і застосовуватися в різних світильниках різних цивільних будинків.

На рисунку показано принципові схеми уніфікації деяких серій світильників, що випускаються. Базою уніфікації світильників із ЛЛ служать корпус і панель.



Рис 4.1.

Серія містить у собі 14 типорозмірів світильників (див. табл. 2.1), у яких установлюються лінійні ЛЛ з діаметром колби 26 мм (Т26) потужністю від 18 до 58 Вт, так і ЛЛ нового покоління (Т16) з діаметром 16 мм потужністю від 28 до 80 Вт. Світильники з ЛЛ типу Т26 комплектуються як індуктивними баластами зі зниженими втратами, так і електронними ПРА (ЕПРА), а у

світильниках із ЛЛ Т16 установлюються тільки ЕПРА, у тому числі і регульовані. При комплектації електронними апаратами світильники мають другий клас електрозахисту (з посиленою ізоляцією).

Таблиця 2.1 - Типорозміри світильників

Число і потужність (Вт) ламп у світильнику	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Маса, кг
SCUBA T26				
1x18 (Ø26 мм)	684	110	113	0,9
2x18 (Ø 26 мм)	684	165	125	1,6
1x36 (Ø 26 мм)	1294	110	113	1,9
2x36 (Ø 26 мм)	1294	165	125	2,6
1x58 (Ø 26 мм)	1594	110	113	2,5
2x58 (Ø 26 мм)	1594	165	125	3,2
SCUBA T16				
1x28 (Ø 16 мм)	1294	110	113	1,9
2x28 (Ø 16 мм)	1294	165	125	2,6
1x35 (Ø 16 мм)	1594	110	113	2,3
2x35 (Ø 16мм)	1594	165	125	3,2
1x49 (Ø 16 мм)	1594	110	113	2,3
2x49 (Ø 16 мм)	1594	165	125	3,2
1x54 (Ø 16 мм)	1294	110	113	1,9
1x80 (Ø 16 мм)	1594	110	113	2,3

Пиловологонепроникнені світильники сертифіковані на відповідність європейським нормам безпеки (знак ENEC), використовуються для установки на поверхнях з нормально займистих матеріалів (знак F), тобто температура корпусу в нормальному режимі не перевищує 115⁰С, в аномальному, при дефекті ПРА, - 180⁰С.

Можливе проведення уніфікації як СП, що мають різне конструктивне виконання, так і усередині вузьких груп СП одного призначення і виконання. Важливо визначити оптимальну для кожного випадку номенклатуру приладів, що підлягають уніфікації. Прагнення мати максимальне по числу типорозмірів і модифікацій уніфіковану серію обмежується тим, що при цьому доводиться або ускладнювати конструкцію, або приймати змушені, недостатньо оптимальні в кожному окремому випадку рішення.

Найбільш масові світильники доцільно розробляти у виді обмежених по номенклатурі гранично відпрацьованих технологічно уніфікованих серій, а світильники, що вимагаються у відносно невеликій кількості й відрізняючийся один від другого, наприклад, світлотехнічною схемою, числом ламп, архітектурною формою, можуть поєднуватися в більш універсальні уніфіковані серії із широкою, але також доцільно обмеженою номенклатурою.

3. Методи техніко-економічної оцінки світлових приладів у процесі конструювання

Економічний ефект від виробництва і застосування нових (удосконалених) СП ґрунтується на зіставленні наведених витрат по базовому і новому СП. Наведені витрати являють собою суму собівартості і прибутку:

$$Z = C + e_H K, \quad (3.1)$$

де Z – наведені витрати на одиницю продукції, грн.; C - собівартість одиниці продукції, грн.; K – питомі капітальні вкладення у виробничі фонди й інші одноразові витрати на одиницю продукції (роботи), грн.; e_H – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (установлене значення $e_H = 0,15$)

Капітальні вкладення K - витрати на НДР і ДКР, включаючи дослідження і доробку дослідних зразків, витрати на створення і придбання нових основних засобів виробництва, їхній монтаж і налагодження для організації випуску нової продукції і її використання.

Економічний ефект від виробництва і використання нового СП обчислюють по формулі:

$$\mathcal{E} = \Pi_{\phi} a - (\Pi_H + e_H \Delta K) + \frac{(I'_{\phi} - I'_H) - e_H (K'_H - K'_{\phi})}{P_{ам} + e_H}, \quad (3.2)$$

де Π_{ϕ} – оптова ціна базового СП, грн.; Π_H – оптова ціна нового СП, грн.; ΔK - додаткові капітальні витрати, грн., пов'язані зі створенням і організацією виробництва нового СП; I'_{ϕ} , I'_H - річні експлуатаційні витрати споживача при

використанні базового і нового СП у розрахунку на обсяг роботи, виробленої за допомогою нового виду СП, $грн.$; $P_{ам}$ - коефіцієнт відрахувань на амортизацію при використанні споживачем одиниці базового і нового СП; K'_6 і K'_H - супутні капітальні витрати при використанні базового і нового СП у розрахунку на обсяг роботи нового СП, $грн.$; $a=a_1a_2$ - коефіцієнт приведення базового СП до нового СП по продуктивності (роботі) a_1 і довговічності a_2 :

$$a_1 = \frac{P_H}{P_6}, \quad a_2 = \frac{\frac{1}{\tau_6} + e_H}{\frac{1}{\tau_H} + e_H}, \quad (3.3)$$

де P_6 і P_H - річні обсяги продуктивності (роботи) при використанні одиниці базового і нового СП у натуральних одиницях; τ_6 , τ_H - терміни служби базового і нового СП, зазначені в стандартах або ТУ на СП (роки або години).

Коефіцієнт приведення базового виробу до нового по продуктивності a_1 (для СП це - корисний світловий потік Φ_{Π} або корисна світлова енергія θ_{Π} , що генерується СП) визначається в такий спосіб:

1. для СП загального освітлення промислових і цивільних будівель коефіцієнт приведення базового СП до нового СП по продуктивності (роботі) a_1 :

$$a_1 = \frac{\Phi_{\Pi.H}}{\Phi_{\Pi.B}}, \quad (3.4)$$

де $\Phi_{\Pi} = \Phi_{\Pi} n_{\Pi} u_{\Pi} = \Phi_{\Pi} n_{\Pi} \eta_{\Pi} / k_3$; u_{Π} - ефективний коефіцієнт використання світлового потоку в СП (для нового і базового СП), i - коефіцієнт використання СП в умовному приміщенні з $\rho_{\Pi} = \rho_{ст} = \rho_p = 0$ і індексом приміщення 1,25;

2. для СП зовнішнього освітлення коефіцієнт приведення базового СП до нового СП по продуктивності (роботі) a_1 :

$$a_1 = \frac{\Phi_{\Pi.H} n_{\Pi.H} u_{\Pi.H}}{\Phi_{\Pi.6} n_{\Pi.6} u_{\Pi.6}} \quad (3.5)$$

де u_H і u_6 коефіцієнти використання по яскравості, u_L (або по освітленості u_E) нового і базового СП при $L/H = 1$ або 2,

$$u_{H.6} = \frac{u_{EL}}{k_3}. \quad (3.6)$$

Значення L/H приймається в залежності від значення світлового потоку СП (при $\Phi < 10000$ лм $L/H = 1$, при $\Phi > 10000$ лм $L/H = 2$, де $\Phi = \Phi_{\Pi} n_{\Pi} \eta$);

3. для прожекторів коефіцієнт приведення базового СП до нового СП по продуктивності (роботі) a_1 :

з вузьким пучком ($2\alpha < 15^\circ$ в обох головних площинах)

$$a_1 = I_{\max H} K_{3.6} / (I_{\max \delta} K_{3.H}) ; \quad (3.7)$$

з широким пучком ($2\alpha > 15^\circ$ хоча б в одній із площин)

$$a_1 = \Phi_H K_{3.6} / (\Phi_\delta K_{3.H}) . \quad (3.8)$$

Кути розсіювання прожекторів приймаються по зниженню сили світла до $0,1 I_{\max}$.

Експлуатаційні витрати характеризуються: вартістю споживаної енергії q , *грн/кВт ч*); вартістю змінюваних ламп A , *грн.*; вартістю чищень СП B , *грн.*; витратами на поточний ремонт, *грн.*

Вартість споживаної електроенергії:

$$C_\varnothing = n_\varnothing P_\varnothing \alpha_c T q , \quad (3.9)$$

де T - річне число годин використання СП;

$$\alpha_c = 1 + \Delta P / P , \quad (3.10)$$

де ΔP - сумарні втрати потужності в мережах, *кВт*; P - сумарна потужність, споживана ОУ з новими і базовими СП, *кВт*; $\alpha_c = 1,084$ і $1,05$ для РЛВТ відповідно в мережах $380/220$ і $660/380$ В; $\alpha_c = 1,058$ і $1,034$ для ЛЛ відповідно в мережах з тією же напругою. Коефіцієнт α_c враховується тільки в тих випадках, коли використання нового СП приводить до зміни втрат потужності в мережах.

Вартість змінюваних ламп у СП:

$$C_\lambda = n_\lambda k_{\lambda.3} (A + a_3) , \quad (3.11)$$

де $k_{\lambda.3} = T / \tau_\lambda$ коефіцієнт заміни ламп; a_3 - вартість заміни ламп з урахуванням складності доступу до СП,

$$a_3 = k_\lambda a'_3 , \quad (3.12)$$

де k_λ - коефіцієнт, що враховує складність доступу до СП; a'_3 - питома вартість заміни ламп (без обліку складності доступу до СП), *грн./шт.*

3.Річна вартість чищень

$$C_q = m_q B , \quad (3.13)$$

де m_q - кількість чищень у рік згідно ДСТУ; B - середня вартість одного чищення, *грн.* (з урахуванням складності доступу).

Супутні витрати (капвитрати) у споживача рівні:

$$\Delta K' = K_{\theta} a_1 - K'_H = K_y + K_c + K_{c.об} , \quad (3.14)$$

де K_y - витрати, пов'язані з установкою (кріпленням); K_c - витрати, пов'язані зі зміною вартості мереж, що викликано створенням нової конструкції; $K_{c.об}$ - витрати пов'язані з придбанням додаткового устаткування (наприклад, вартість опор або щогл для СП зовнішнього освітлення).

4. Метод комплексної оцінки ефективності світлових приладів на стадії конструювання

Метод припускає визначення ефективності нового СП по відомих параметрах ДС, обраної конструктивно-світлотехнічної схеми, розрахованим ККД і КСС, а також ресурсу СП.

Головними техніко-економічними показниками будь-якого СП є кількість і вартість корисної використовуваної світлової енергії θ_{Π} , вироблюваної СП за ресурс

Для того що б установити, при яких умовах новий СП ефективніше старого або який з порівнюваних СП має переваги і які, необхідно визначити і досліджувати залежності техніко-економічних показників від зазначених для основної номенклатури СП:

$$\theta_1 = \left(1000/P_{СП}\right)\theta , \quad C_1 = \left(1000/P_{СП}\right)C_{СП}, \quad C_1 = C_{СП}/\theta , \quad (4.1)$$

де $P_{СП} = \sum P_{\Pi} + \sum P_{пра}$; $C_{СП}$ - преискурантна ціна СП; наведені до 1 кВт споживаної потужності СП даного типу значення світлової енергії θ_1 , ціни (не собівартості) СП C_1 і питомої вартості C_1 1 Млм год корисної світлової енергії. Головним фактором оцінки порівнюваних варіантів повинні бути поряд зі θ_1 значення C_1 . Найменші значення θ_1 для СП усіх конструктивних виконань із ЛР.

Для СП одного конструктивно-світлотехнічного виконання з ДС того самого типу, але різної потужності зміна θ_1 не має однакової чітко вираженої залежності: для СП із ЛР зі збільшенням одиничної потужності значення θ_1 або залишається практично незмінним, або слабо зростає (пропорційно росту світлової віддачі); для СП із ДРЛ θ_1 зменшується на 10-15 % у випадку СП зі схемами ІА і слабо зростає при схемі ІВА (див додаток Б). У той же час для СП із МГЛ чітко відзначається зростаюча залежність від потужності ДС (у 1,5-1,7 рази), що пов'язано, насамперед, зі значним ростом світлової віддачі цих ДС при переході від малих потужностей (125-250 Вт) до середніх і великих (400-2000 Вт) (рис. 4.1).

На рисунку 4.2 показано зміни θ_1 СП з однаковими і різними типами ламп і найбільш розповсюдженими конструктивно-світлотехнічними схемами. Як видно, при переході до закритим ущільненим і вибухозахищеним виконань СП спостерігається зниження θ_1 , пов'язане з тим, що при цьому одночасно відбувається істотне зниження середньої потужності ДС, застосовуваних у СП цих класів, а отже, і їхньої світлової віддачі.

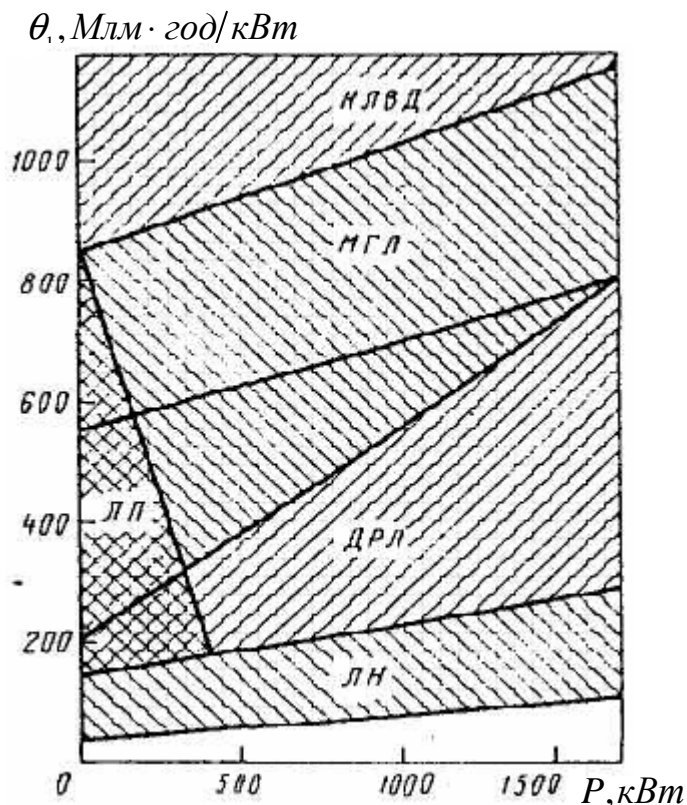


Рисунок 4.2 - Корисно використовувана світлова енергія θ_1 , що генерується за ресурс СП сумарною потужністю 1кВт ДС різного типу і потужності.

У СП із ЛР θ_1 у 2-8 разів менше, ніж у СП із ЛЛ. Разом з тим, з огляду на низькі значення C_1 для СП із ЛР, їх вигідно застосовувати у всіх випадках, коли вимагаються малі θ_1 ; тобто тоді, коли малі нормовані освітленості чи мале число годин використання СП у рік. Проаналізувавши дані таблиці 4.1, можна зробити висновок, що C_1 для багатьох конструктивних виконань СП із РЛВТ і ЛР істотно менше, ніж для СП із ЛЛ. Виключення становлять вибухонебезпечні СП із ЛР і СП підвищеної надійності проти вибуху з ДРЛ, для яких C_1 більше, ніж для СП із ЛЛ.

Таблиця 4.1 – Значення θ_1 , θ_2 , C_1 для різних джерел світла та конструктивно-світлотехнічних схем.

Конструктивно-світлотехнічна схема	ЛР			ДРЛ			ЛЛ		
	θ_1	θ_2	C_1	θ_1	θ_2	C_1	θ_1	θ_2	C_1
I, II	100	100	100	327	246	76	246	1000	410
IV	100	100	100	220	314	150	211	1155	575
V, IV	100	100	100	259	148	49	-	-	-
VH, VIH	100	100	100	222	454	212	315	613	195
VB, VIB	100	100	100	-	-	-	570	255	46

У СП класів IV-VI знижується КПД через наявність захисних світлопропускаючих оболонок, зменшується коефіцієнт використання завдяки зниженню ролі відбивачів. Для СП із ЛЛ зростає негативний вплив температури усередині СП на параметри ДС.

При конструюванні СП необхідно одночасно розглядати і порівнювати як значення θ_1 так і C_1 .

Для конструктивних виконань СП із ЛР C_1 істотно менше, ніж для СП із ЛЛ. Виключення становлять вибухобезпечні СП із ЛР і СП підвищеної надійності проти вибуху з ДРЛ, для яких C_1 більше, ніж для СП із ЛЛ.

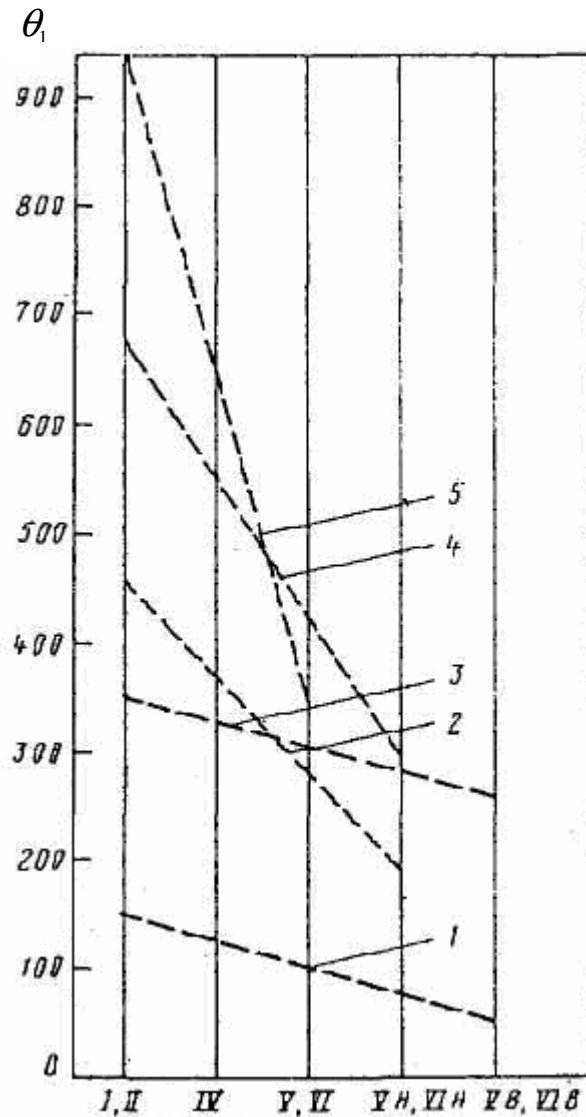


Рис 4.3 - Зміна θ_1 СП з різними конструктивно-світлотехнічними схемами та ІС: 1 - ЛР; 2 - ДРЛ; 3 - ЛЛ; 4 - МГЛ; 5 - НЛВД

Проведений аналіз показує, наскільки неефективні СП із ДС малої потужності і як вигідно прагнути до збільшення одиничної потужності СП.

Для підвищення раціональності конструкції СП надзвичайно важливо здійснити розробку і застосувати дзеркальні відкриті вентильовані СП класу II з ефективними КСС і світлотехнічними матеріалами і покриттями, стійкими до впливу навколишнього середовища і багаторазових чищень.

Поряд з такими узагальнюючими показниками як θ_1 , C_1 і C_1 , інженеру важливо знати значення базових показників, що характеризують питому матеріалоемність $M_{уд}$, трудомісткість $T_{уд}$, собівартість $C_{уд}$ і енергоемність $E_{уд}$ нового СП.

Коефіцієнти одержують з виразів:

$$M_{уд} = \frac{M}{\Phi_{\pi} \tau}; C_{уд} = \frac{C}{\Phi_{\pi} \tau}; T_{уд} = \frac{T}{\Phi_{\pi} \tau}; E_{уд} = \frac{P_{\tau}}{\Phi_{\pi} \tau}, \quad (4.2)$$

де M - матеріаломісткість, $кг/шт$,

$З$ - собівартість, $гр/шт$;

T - трудомісткість, $нормо-г/шт$;

P_{τ} - витрата умовного палива, $кг/шт$;

τ - термін служби СП, вказаний в ТД;

Φ_{π} - корисний світловий потік лампи, $лм$.

Корисна, використовувана споживачем світлова енергія, що виробляється світильником за термін служби, дорівнює:

$$\theta_{\pi} = \sum \Phi_{\pi} P_c \tau, \quad (4.3)$$

де P_c - світлотехнічний показник СП $P_c = \eta \eta_{ксс}$.

Тоді коефіцієнти визначаються:

$$M_{уд} = \frac{M}{\theta_{\pi}}; C_{уд} = \frac{C}{\theta_{\pi}}; T_{уд} = \frac{T}{\theta_{\pi}}; E_{уд} = \frac{P_{\tau}}{\theta_{\pi}}. \quad (4.4)$$

У понятті θ_{π} поєднуються всі споживчі властивості. Проте, для точнішої оцінки СП необхідно мати дані не лише про номінальні, але і про середні експлуатаційні значення η_E , $\eta_{ксс.E}$, $\Phi_{л.E}$.

При цьому експлуатаційний світлотехнічний показник дорівнює:

$$P_{c.E} = \eta_E \eta_{ксс.E}, \quad (4.5)$$

а світлова енергія, що виробляється за період експлуатації, складає:

$$\theta_{\pi.E} = \sum \Phi_{л.E} P_{c.E} \tau. \quad (4.6)$$

Показники η_E , $\eta_{ксс.E}$, $\Phi_{л.E}$ залежать від типу КСС світильника і конструктивно-світлотехнічного рішення.

Наведемо приклад розрахунку корисно використовуваної споживачем світлової енергії:

Корисно використовувана споживачем світлова енергія дорівнює:

$$\theta_{\pi} = \sum \Phi_{\pi} P_c \tau, \quad (4.3)$$

де $\sum \Phi_{\pi}$ - сумарний потік ламп;

$P_c = \eta \cdot \eta_{ксс}$ - світлотехнічний показник;

η - ККД СП;

$\eta_{ксс}$ - коефіцієнт використання світлового потоку, що залежить від форми КСС.

За Φ_{π} береться умовне номінальне значення світлового потоку для цієї групи ламп конкретної потужності, установленної постійним на цей період на

основі стандартів. Для світильників із ЛЛ потужністю 40 Вт прийнятий номінальний світловий потік ламп 3,2 клм, для ламп ДРЛ, ДРИ ДНат потужністю 400 Вт – відповідно 24, 35, 40 клм.

У якості $\eta_{\text{КСС}}$ для СП загального рівномірного освітлення приймають значення, обумовлене КСС даного СП із сумарним $\Phi_{\text{СП}}=1000$ лм (тобто при $\eta=1$) і при використанні СП у приміщенні із середнім значенням індексу приміщення 1,25 і коефіцієнтах відображення приміщення $\rho_{\text{с}} = \rho_{\text{п}} = \rho_{\text{пот}} = 0$.

Нехай конструктивно – світлотехнічна схема ЛСП02-2х40 - Б-1; тип ламп ЛЛ; вид КСС Д2.

Для цієї світлотехнічної схеми і для ЛЛХ40Вт $\eta_{\text{КСС}}=0,5689$.

$$\text{ККД СП } \eta = \frac{\Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{л}}} = 0,74,$$

де $\Phi_{\text{п}}$ - корисний потік СП; $\Phi_{\text{л}}$ - потік лампи.

$$\text{Тоді } n_{\text{с}} = \eta \cdot \eta_{\text{КСС}} = 0,4209;$$

$$\sum \Phi_{\text{л}} = 3,2 \text{ клм} + 3,2 \text{ клм} = 6,4 \text{ клм};$$

$$\tau = 18 \cdot 10^3 \text{ годин. (2250 годин у рік, 8 років);}$$

$$\theta_{\text{п}} = 6,4 \cdot 10^3 \cdot 0,74 \cdot 18 \cdot 10^3 \cdot 0,57 = 48,5 \text{ Млм} \cdot \text{ч.}$$

Висновок: для підвищення ефективності СП необхідно підвищувати номінальні параметри $\eta_{\text{КСС}}$ і η , і поліпшувати експлуатаційні характеристики, що дозволяють знизити капітальні витрати K і підвищити термін служби ДС.

На рис. 4.3 наведена гістограма для порівняння витрат матеріалів і праці на виробіток 1 Млм год корисної світлової енергії вироблюваної СП із ЛР, ЛЛ, ДРЛ, МГЛ.

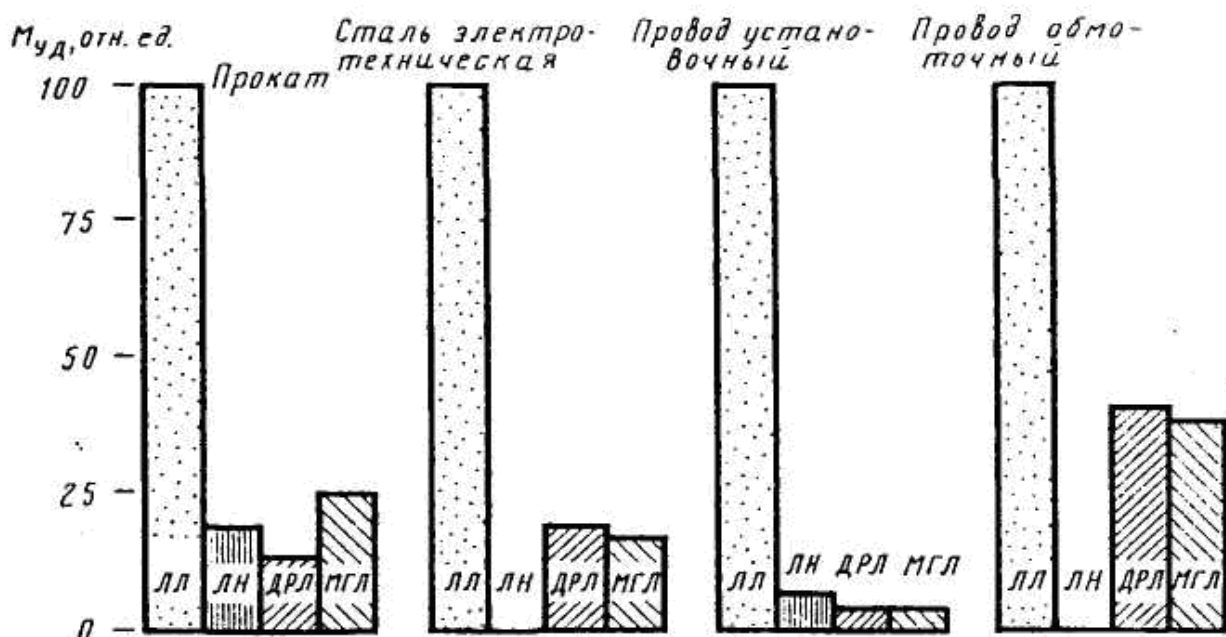


Рисунок 4.4 - гістограма порівняння витрат матеріалів і праці на виробіток 1 Млм год корисної світлової енергії вироблюваної СП із ЛР, ЛЛ, ДРЛ, МГЛ.

5. Методи визначення температури світильників по експериментальних залежностях

Тепловий режим конструкцій СП характеризується параметром питомої потужності \bar{p} :

$$\bar{p} = P_{\text{л}} / S_{\text{СП}} \quad (5.1)$$

відношення потужності ламп $P_{\text{л}}$ до сумарної площі тепловіддаючої оболонки СП $S_{\text{СП}}$.

Коефіцієнт перевищення температури що показує, у скільки разів значення комплектуючих виробів (ламп, ПРА, пристроїв, що запалюють, конденсаторів, дротів) при роботі в СП перевищує значення Δt_{ci} цих же комплектуючих виробів при роботі на відкритому повітрі Δt_{oi}

$$K_{\Delta t, i} = \Delta t_{\text{ci}} / \Delta t_{\text{oi}} \quad (5.2)$$

Принципові схеми світильників характеризуються основними геометричними параметрами:

- діаметром розсіювача D_p і відбивача Do і їхньою висотою H_p або H_0 ;
- висотою розташування світлового центра лампи h ;
- площею поверхні розсіювача S_p і відбивача So ;
- площею S_B і числом n вентиляційних отворів;
- теплотехнічними характеристиками конструктивних і світлотехнічних матеріалів.

На підставі обробки експериментальних даних про залежність температури основних теплонапружених елементів світильників від питомої потужності джерел світла, були отримані графіки і вираження, що дозволяють без проведення складних розрахунків, на початковій стадії розробки приладів одержувати вірну оцінку їхнього теплового режиму з достатньої для практики точністю.

Для принципів схем світильників з високотемпературними джерелами світла знайдені залежності температури найбільше теплонапружених елементів світильників із ЛР від потужності ламп, геометричних розмірів розсіювачів і відбивачів, а також питомої потужності.

При цьому в основу обробки експериментальних даних покладені розрахунки залежностей коефіцієнтів $K_{\Delta t, i}$, $K_{\vartheta, j}$.

Якщо під $K_{\Delta t, i}$ розуміються коефіцієнти, що визначають температуру комплектуючих виробів i при роботі їх у світильниках, то під $K_{\vartheta, j}$ маються на увазі коефіцієнти, що характеризують температуру на основних конструктивних

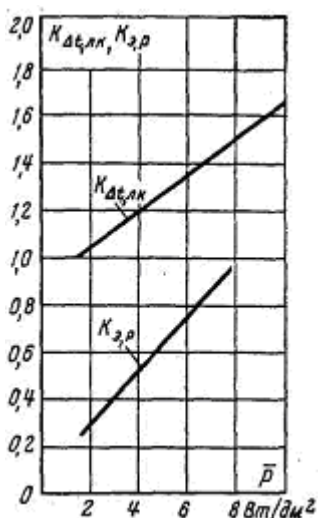


Рис 5.1 - Залежність коефіцієнтів

$K_{\Delta t, i}$ ($K_{\Delta t, LL}$ - колба) і $K_{\Delta t, j}$ ($K_{\Delta t, P}$ -

розсіювач) від питомої потужності джерела світла.

елементах оболонки самих світильників (корпусах, відбивачах, розсіювачах, захисних стеклах) і що показують, у скільки разів Δt на цих елементах менше, ніж Δt ламп, що працюють без освітлювальної арматури. Таким чином, якщо за базу порівняння при оцінці теплового режиму комплектуючих виробів береться їхня відома температура (для цих типів виробів) при роботі на відкритому повітрі, то основою для оцінки теплового режиму частин j оболонки світильника пропонується вважати відому температуру тих же ламп, для яких призначені світильники, але при роботі їх на відкритому повітрі.

Значення визначаються з графіків, побудованих на основі експериментальних даних і для приклада наведених на рис. 5.1 для світильників зі схемами А-І. Між температурою, а також світловими характеристиками ЛЛ, з одного боку, і питомою потужністю \bar{p} світильників даного конструктивного виконання, з іншого, є чітко виражена залежність, загальна для ламп різної потужності при даній температурі навколишнього середовища, добре видна на рис. 5.2.

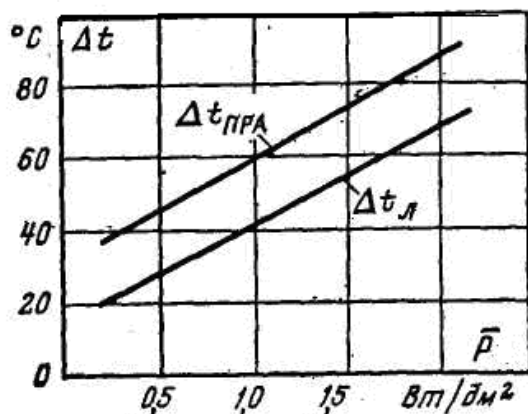
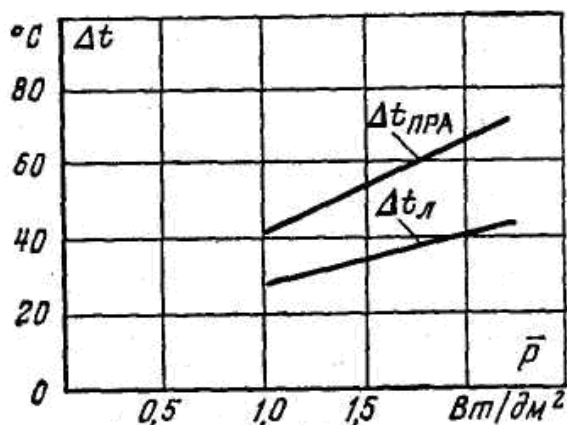


Рис. 5.2 - Залежність Δt ЛЛ і ПРА від питомої потужності для закритих і відкритих світильників

Аналітичне вираження $\Delta t = f(\bar{p})$ для закритих світильників із ЛЛ:

$$\Delta t_{\text{Л}} = 20 + R(\bar{p} - 0,25), \quad (5.3)$$

$$\Delta t_{\text{ПРА}} = \Delta t_{\text{Л}} + 18, \quad (5.4)$$

R - коефіцієнт пропорційності в рівнянні прямої, дорівнює тангенсу кута її нахилу;

для закритих світильників $R = 25 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{dm}^2/\text{Вт}$;

питома потужність, як правило, знаходиться в межах $\bar{p} = 0,25 \div 2,5 \text{ Вт/дм}^2$.

Залежність $\Delta t = f(\bar{p})$ ЛЛ і ПРА від питомої потужності відкритих світильників

$$\Delta t_{\text{Л}} = 28 + R_{\text{Л}} (\bar{p} - 1), \quad (5.5)$$

$$\Delta t_{\text{ПРА}} = 42 + R_{\text{ПРА}} (\bar{p} - 1), \quad (5.6)$$

для світильників із ЛЛ потужністю 40 і 80 Вт \bar{p} від 1 до 2,5 Вт/дм²

$R_{\text{Л}} = 12 \text{ }^{\circ}\text{С} \cdot \text{дм}^2/\text{Вт}$, $R_{\text{ПРА}} = 22,4 \text{ }^{\circ}\text{С} \cdot \text{дм}^2/\text{Вт}$.

У світильниках з високою питомою потужністю відбувається значне зниження світлового потоку через нагрівання ламп.

У світильників зі схемою Б-П при $\bar{p} = 1,4 \text{ Вт/дм}^2$ зниження світлового потоку щодо максимального значення складає приблизно 30 і 40 % при $t_{\text{окр}} = 20$ і $30 \text{ }^{\circ}\text{С}$

Для закритих світильників при $\bar{p} = 0,65 \text{ Вт/дм}^2$ зниження світлового потоку на 10 % при температурі $t_{\text{окр}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{С}$, для закритих світильників без вентиляційних отворів - при $\bar{p} = 1,35 \text{ Вт/дм}^2$.

Таблиця 5.1 – Значення перевищення температури для світильників з ЛЛ.

Тип світильника	Число ЛЛ	$\Delta t_{\text{в}}$ у світильнику*, °С	Добавка $\Delta t'_{\text{в}}$, °С через засіб монтажу і виду опорної поверхні	
			Легкі умови	Важкі умови
Світильники-блоки з відкритими лампами	1, 2, 3	0/1	0-1	1-2
Світильники-блоки з простішими екрануючими ґратами	1,2	1/2	1-2	2-3
Світильники з відбивачами (без розсіювачів)	1	4/8	1-4	3-6
	2	7/12		
	3	9/15		
	4	10/17		
Світильники з відбивачами і екрануючими ґратами	1	5/8	1-4	3-6
	2	9/12		
	3	10/14		
	4	13/17		
Світильник з дифузними і призматичними розсіювачами	1	10/17	3-5	4-7
	2	15/22		
	3	16/22		
	4	16/24		
Закриті пилозахищені світильники	1	12/18	4-8	4-8
	2	18/27		
	3	25/35		
	4	35/45		

* У чисельнику наведено значення $\Delta t_{\text{в}}$ для світильників із ЛЛ потужністю 40 Вт, а у знаменнику - для світильників із ЛЛ потужністю 65 Вт

Для швидкого одержання орієнтованих даних про тепловий режим

основних типів світильників із ЛЛ служить табл. 5.1, у якій для семи груп світильників з однієї - чотирма лампами по 40 і 65 Вт наведено значення перевищення температури повітря Δt_B у світильниках (за умови, що світильники вільно висять у навколишньому просторі) і добавок $\Delta t'_B$, обумовлених способом монтажу і видом опорних поверхонь.

Як приклад використання цієї таблиці розглянемо випадок, коли необхідно визначити експлуатаційний ККД стельового світильника з чотирма лампами по 40 Вт, з відбивачем і ґратами, що екранують, призначеного для установки на дерев'яну опорну поверхню, і роботу в умовах $t_{кр}=30$ °С. Відповідно до визначення експлуатаційного ККД світильника :

$$\eta_{\Sigma} = \eta_t \eta_{опт} ,$$

де $\eta_{опт}$ -коефіцієнт, що показує, яку частку складає світловий потік світильника від номінального потоку встановленого в ньому ламп без обліку впливу навколишнього середовища, теплового режиму приладу і положення ламп;
 $\eta_t = \frac{\Phi_{л}(t)}{\Phi_{л}(t_H)}$; $\Phi_{л}(t)$ - значення світлового потоку лампи при роботі у світильнику при температурі навколишнього повітря t .

Таким чином, задача зводиться до перебування коефіцієнта η_t по графіках рис. 5.2 з урахуванням даних табл. 5.1, відповідно до яких для світильників групи 4 з лампами 4Х40 Вт $\Delta t = 13$ °С и добавка $\Delta t'_B = 3$ °С. Таким чином, лампи у світильнику будуть працювати при сумарному перевищенні температури $\Delta t = 13 + 3 + (30 - 25) = 21$ °С; при цьому $\eta_t = 0,8$. Якщо оптичний ККД світильника $\eta_{опт} = 0,6$, то шукане значення $\eta_{\Sigma} = \eta_t \eta_{опт} = 0,6 \cdot 0,8 = 0,48$.

Додаток А

Нормовані характеристики світлового середовища в музеях

Експонування творів мистецтва, проведення технологічних операцій збереження експонатів і їхньої реставрації вимагає дотримання оптимальних характеристик світлового середовища - світлоколірних характеристик, відносного змісту ультрафіолетового (УФ) і інфрачервоного (ІЧ) випромінювання. Характеристики джерел випромінювання, що підлягають нормуванню, указані в таблиці А.1.

Таблиця А1 - Характеристики джерел випромінювання, що підлягають нормуванню.

Джерело світла	Колірна температура, <i>K</i>	Відносний склад випромінювань	
		УФ діапазон, <i>мкВт/лм</i>	ІЧ діапазон, <i>мВт/лм</i>
Галогенні лампи накаливання (лампи з подвійною колбою, лампи "холодного пучка", трубчасті лампи)	3000-3300	50-90	30-200
Люмінесцентні лампи, що розрізняються по передачі кольору (ЛТБ, ЛБ, ЛЕ, ЛД)	2600-6500	70-180	5-10
Природне світло через зашкленні світлопроєми у залежності від стану небозводу і сезону	5300-11000	120-700	3-250
Металогалогенні лампи	6000	70-120	50-190
Лампи накаливання в залежності від типу, потужності і конструкції (стандартні лампи накаливання, дзеркальні лампи)	2600-2900	20-45	40-100

При освітленні музейних експонатів необхідно враховувати їхнє призначення, форму, світлостійкість матеріалу, колірні характеристики, розміщення в експозиції.

Музейні експонати (твори живопису, графіки, скульптури, прикладного мистецтва, предмети нумізматики, археології, фотодокументи, газети, колекції комах, тварин, рослин тощо) дуже різноманітні по розмірах і фактурі, можуть бути плоскими або об'ємними, кольоровими (монохромними, поліхромними) або чорно-білими, світлостійкими або несвітлостійкими, можуть бути розташовані на підлозі, стінах, спеціальних стендах, у вітринах, шафах, вертикально, горизонтально або похило.

Класифікація експонатів у залежності від їхньої світлостійкості, колірних характеристик і форми наведена в таблиці А.2, причому по світлостійкості всі експонати розділені на три групи: I - високої, II - середньої і III - низької світлостійкості, а по колірних характеристиках - на чотири групи: 1 - ахроматичні або сірі, тобто не мають вираженого колірного тону; 2 - одноколірні, що мають по всій поверхні більш-менш однаковий тон; 3 - багатобарвні тональні, у межах площі

поверхні яких колірний тон може змінюватися, але при цьому може бути виділений переважний (наприклад, теплий, холодний або нейтральний); 4 - багатобарвні строкати, для яких можна вважати рівноцінними всі колірні тони.

Таблиця А2 - Класифікація експонатів у залежності від їхньої світлостійкості, колірних характеристик

Найменування експонатів і матеріалів	Група світлостійкості	Група колірних характеристик	Форма
Живопис: - масло, темпера - акварель, пастель	II III	3, 4 3,4	Плоска Плоска
Графіка: - чорно-біла - кольорова	III III	1 3,4	Плоска Плоска
Іконопис	II	3, 4	Плоска
Рукописи, книги, газети	III	1	Плоска
Фотографії	III	1, 3	Плоска
Марки	III	4	Плоска
Коштовності	I	3	Об'ємна
Монети, медалі, ордени	I	2	Рельєфна
Значки	I	4	Рельєфна
Зброя	I	2	Об'ємна
Одяг, тканини, гобелени, мережива, килими, хутро, шкіра	III	2, 4	Плоска
Кість	II	2	Об'ємна
Порцеляна, кераміка, скло, емаль	I	2, 3	Об'ємна
Посуд: - скляний, металевий - дерев'яний	I II	3, 4 3,4	Об'ємна Об'ємна
Скульптура: - дерев'яна - мармурова, гіпсова, чавунна - бронзова	II I I	1 1 2	Об'ємна Об'ємна Об'ємна
Меблі дерев'яні	II	3	Об'ємна
Мінерали, гірські породи	I	1, 2, 3	Об'ємна
Метелики, опудала	III	4	Об'ємна
Технічне устаткування	I	1, 2	

Варто враховувати, що серед матеріалів, указаних у таблиці А.2 і віднесених до визначеної групи світлостійкості, можуть зустрічатися окремі

види, світлостійкість яких інша. Наприклад, дорогоцінні камені, в основному, відносяться до високої групи світлостійкості, але деякі з них: окремі зразки корундів (смарагди, сапфіри, рубіни), аквамаринів, аметистів, топазів, цирконів, турмалінів, гранатів, перлів, бірюзи тощо — менш стійкі до впливу світла. Більш низьку світлостійкість можуть мати також окремі види стекол, кераміки, фарб, матеріалу скульптур тощо. Групу світлостійкості конкретних експонатів варто обумовлювати за участю хоронителів музеїв.

В основних приміщеннях музеїв рекомендується застосовувати різні системи штучного освітлення з відмінними нормованими характеристиками.

При освітленні експозицій системи освітлення багато в чому визначаються змістом тематико-експозиційного плану в залі.

В експозиційних залах, у яких переважають експонати, розташовані на стінах, створюють, як правило, загальне локалізоване освітлення.

При розташуванні експонатів на стендах може бути прийнята в залежності від будівельних параметрів освітлення і конструкцій стендів як система загального, так і система комбінованого освітлення.

Загальне рівномірне освітлення рекомендується передбачати в приміщеннях, у яких основною експозицією є меблі, обробка або оздоблення, а також у залах деяких історичних і технічних музеїв.

Комбіноване освітлення використовують переважно в залах, де експонати розташовують у вітринах, шафах, на стелажах тощо, а також для тривимірних об'єктів (скульптури, барельєфів, діорам і інших об'ємних композицій), для виявлення форми яких загальне розсіяне світло необхідно доповнювати тіньюстворюючим спрямованим (як правило, верхньобічним освітленням).

При всіх системах освітлення експозиційних залів для поліпшення умов сприйняття експонатів поза зоною їхнього розташування створюють освітлення зниженого рівня.

Характеристики світлового середовища в зонах експозиції і на експонатах повинні відповідати наведеним у таблиці А.3.

Таблиця А.3 - Характеристики світлового середовища в зонах експозиції і на експонатах.

Група експонатів по ступеню світлостійкості	У видимому діапазоні спектра		Відносний склад випромінювань	
	освітленість, <i>лк</i>	колірна температура, <i>К</i>	УФ діапазон, <i>мкВт/лм</i>	ІЧ діапазон, <i>мВт/лм</i>
I - скло, кераміка, мінерали, метали тощо	200-500	4000-6000	20-200	30-40
II - масляний живопис, шкіра, дерево, кість, ікони тощо	75-150	2700-3100	20-45	50-70
III - акварель, темпера, тканина, папір тощо	30-50	2700-3100	20-30	90-120

Наведені в таблиці А.3 рівні припустимої освітленості для різних груп експонатів по світлостійкості зафіксовані по границях стійкості зорового сприйняття методом суб'єктивних експертних оцінок.

Значення нормованих колірних температур джерел світла отримані відповідно до встановлених зон зорового комфорту діаграми Крюйтхоффа для забезпечення адекватності кольоровідчутності при різних рівнях освітленості, виходячи з фізіологічних особливостей зору людини.

Пропоновані нижні значення змісту ультрафіолетового випромінювання відповідають характеристикам традиційних ламп накаливання, що при нормованих рівнях освітленості не допускають видимого старіння експонатів, утворення мікрофлори навіть на несвітлостійких експонатах.

Зміст інфрачервоного випромінювання гарантує нагрівання поверхні експонатів не більше ніж на 1 °С навіть при найвищих припустимих рівнях освітленості, наведених у таблиці А.3.

Крім перерахованих параметрів світлового середовища, при розробці експозиційного освітлення в музеях визначено якісні характеристики освітлювальних установок, що підлягають нормуванню, і їхні припустимі значення:

- рівні освітленості, що рекомендуються, в експозиційних залах повинні бути досить рівномірними, крім випадків, що вимагають відомої нерівномірності для найкращого показу експоната (освітленість скульптури й інших об'ємних експонатів або барельєфів). Відношення найбільшої освітленості до найменшого не повинно перевищувати 3:1;

- показник дискомфорту від джерел прямої і відбитої блискоті - не більш 25;

- коефіцієнт пульсації освітленості - 15 %.

Досягнення указаних значень параметрів світлового середовища дозволяє понизити рівні експозиційного освітлення і відповідно збільшити схоронність експонатів приблизно на 20 %.

З метою підвищити ступінь схоронності несвітлостійких експонатів припустима фільтрація випромінювань у видимій області спектра, якщо це не впливає на кольоровідчутність. Ахроматичні експонати (рукописи, фотографії, графіка, друковані тексти тощо) варто встановлювати за фільтром жовтого тону, що зрізує ультрафіолетову і синьо-блакитну частину спектра випромінювань. Освітлення монохромних експонатів світлом тієї ж кольоровості поліпшує якість зорового ефекту і підвищує стійкість до впливу випромінювань приблизно в 10 разів.

Розподіл яскравості в експозиційному залі в межах поля зору відвідувачів не повинен мати різких перепадів (не більш трикратного).

Співвідношення, що рекомендуються, яскравостей поверхонь, що відбивають, в експозиційних приміщеннях повинні складати:

$X_{сн} : X_{ном} : L_{x23} : L_u = 10 : 5 : 3 : 1$, де $X_{сн}$, $X_{ном}$, L_{x23} , L_u — яскравості відповідно світлопроємів із сонце- і світлозахисними пристроями, стелі, трьох стін з експонатами і підлоги.

Співвідношення яскравостей експоната і фона, на якому цей експонат розглядають, необхідно вибирати в залежності від характеру об'єкта й очікуваного психологічного впливу. У ряді випадків сильний, свідомо створюваний контраст між експонатом і фоном значно поліпшує умови розрізнення.

Наприклад, деякі дрібні предмети зі складними обрисами або ажурні (ювелірні вироби, вироби з кісти, мереживо тощо) краще видні на темному

фоні. Вироби зі скла, порцеляни краще виглядають на світлому фоні.

При експонуванні картин, фотографій і подібних їм добутоків створення занадто великого контрасту з фоном, як правило, порушує цілісність художнього сприйняття. Занадто темний фон погіршує умови світлового комфорту, занадто світлий фон «забиває» експонати і, добре освітлюючи глядача, що коштує перед ним, утворює його яскраве відображення в захисному склі або в блискучій фактурі експоната. Рекомендується використовувати нейтральний фон з коефіцієнтом відображення порядку 0,3. Для обмеження відбитої блискоті від блискучих поверхонь (живопис, захисні стекла картин і вітрин, металеві поверхні тощо) напрямок падіння світлового потоку необхідно вибирати в залежності від характеру експонатів:

а) кут падіння прямого світла на плоскі експонати (картини, гравюри, тканини, плакати тощо) при розташуванні їх на стінах приміщення або вертикальних стендів вибирають від 45° до 75° стосовно горизонталі.

При кутах, більших 75° , на експонатах утворюються тіні від рам, фактури, що спотворюють експонати; при кутах менше 45° відблиски від експонатів із блискучою фактурою можуть робити сліпучу дію на відвідувачів;

б) кут падіння прямого світла на об'ємні експонати вибирають від 30° до 50° , при яких у найкращому ступені виявляються форма і деталі указаних експонатів;

в) спрямоване світло, що падає під малим кутом до поверхні (мінус 10°), необхідний для великих рельєфних поверхонь (барельєфів, карбування тощо) і для експонатів з мікрорельєфом, якому варто підкреслити (монети, мінерали, клинопис тощо).

Для об'ємних рельєфних експонатів з метою зм'якшити тіні до спрямованого верхньобічного освітлення варто додавати загальне розсіяне.

Показник дискомфорту систем освітлення не повинний перевищувати 40 при коефіцієнті пульсації освітленості не більш 10 %.

Вимірювання характеристик світлового середовища в основних приміщеннях музеїв на відповідність нормам варто проводити на визначених рівнях геометричного об'єму приміщення або фрагментів встановлених експонатів.

Характеристики світлового середовища при загальному освітленні різних музейних приміщень варто вимірювати в горизонтальній площині на рівні 0,8 м від підлоги.

При оцінках світлового режиму для експонатів, вертикально розташованих на стінах або стендах, вимірювання варто проводити в зоні експозиційного пояса на висоті приблизно 1,6 м (середньостатистичний рівень зору).

Вимірювальний прилад необхідно направляти убік джерел світла, контролюючи при цьому, щоб на вікно фотоприймачів не падала тінь від оператора, що виконує вимірювання, а також від тимчасово знаходящихся сторонніх предметів. Показники стану світлового режиму в експозиційних залах і запасниках музею на відповідність нормам збереження й експонування повинні фіксувати хоронителі в спеціальному журналі не менш двох разів протягом світлого часу доби, особливо в періоди підвищеної інтенсивності випромінювань.

Вимірювання характеристик світлового режиму у видимій, ультрафіолетовій і інфрачервоній областях спектра проводять, як правило, у зонах експозицій із указівкою причин тимчасового перевищення норм світлового режиму (сезонні зміни інтенсивності природного світла, зміна встановлених у світильниках джерел світла, недотримання правил експлуатації засобів освітлення і світлозахисту тощо).

Реалізацію вимог дійсного стандарту по освітленню основних приміщень музеїв забезпечують стосовно до кожного конкретного музею й експозиції проведенням передпроектних досліджень, світлотехнічних розрахунків зі складанням необхідних проектно-технічних і експлуатаційних документів.

Зміст дослідницько-проектних розробок і устаткування систем штучного і природного освітлення повинен визначати технічне завдання, складене на основі предметно-демонстраційного плану і художньо-експозиційних пропозицій по оформленню виставки з боку музею. До розробки технічного завдання (далі - ТЗ) повинні бути притягнуті фахівці-світлотехніки в галузі музейного освітлення.

Розробці ТЗ повинне передувати обстеження існуючого в музейних приміщеннях світлового режиму при впливі штучних і природних джерел випромінювань (у видимому, ультрафіолетовому й інфрачервоному діапазонах) з визначенням технічних шляхів їхньої трансформації стосовно до змісту предметно-демонстраційного плану по світлостійкості й експозиційній виразності.

У ТЗ повинні бути зафіксовані основні вимоги до характеристик світлового режиму різних приміщень музею, до встановлюваного експозиційного устаткування, світлозахисним матеріалам і пристроям для світлопроємів, конструкціям світильників і джерелам світла.

Змістом ТЗ повинна бути визначена етапність виконання як проектних розробок, так і робіт з монтажно-технічного устаткування систем освітлення з висновками експертів, що дозволяє забезпечити юридичну відповідальність виконавців за якість робіт навіть при умовах стовідсоткової передоплати їхньої вартості.

На основі ТЗ розробляють світлотехнічні проекти систем захисту від природного світла світлопроємів експозиційних залів, а також систем штучного освітлення зон експозицій і систем освітлення, убудованих в експозиційне устаткування.

Вибір конструкцій і типів світлозахисних пристроїв для світлопроємів, а також типажів світильників і джерел світла по експозиційній виразності і дизайну на початковому етапі проектування виконавцями погодять із замовником. Потім проводять розрахунки параметрів систем освітлення, що забезпечують одержання в постійній експозиції нормованих світлоколірних характеристик світлового режиму, а також опромінення у видимому, ультрафіолетовому й інфрачервоному діапазонах спектра. Результати розрахунків повинні бути пред'явлені замовнику на основі фізичного відтворення фрагментів освітлення, побудованих за методикою світлотехнічного моделювання.

Розроблений світлотехнічний проект повинний бути погоджений виконавцями з компетентною організацією, що займається превентивною консервацією музейних цінностей, а також зі службами державного пожежного нагляду.

Результатом проектування повинні бути: пояснювальна записка з обґрунтуванням повноти виконання ТЗ; специфікація на устаткування; будівельно-монтажні креслення; ТЗ на оснащення системами освітлення

основних приміщень музею для електромонтажних і освітлювальних фірм, що мають відповідну ліцензію на виконання робіт у музеях.

Будівельно-монтажні роботи в частині систем освітлення проводять при авторському нагляді з боку проектувальників і приваблюваних фахівців з музейного освітлення з контролем постачання тільки сертифікованого музейного устаткування і незалежною експертизою світлового режиму, з використанням спеціалізованих засобів вимірювання і контролю параметрів світлового середовища.

У процесі здачі робіт із систем освітлення замовнику повинні бути пред'явлені технічні паспорти на системи освітлення з гарантіями схоронності предметів експозиції, технічні описи і правила експлуатації систем освітлення і світлозахисту, порядок придбання і постачання елементів устаткування, термін їхньої служби, а також найменування й адреси організацій, що виконують ремонтні і профілактичні роботи в процесі експлуатації.

Оцінку характеристик світлового режиму в приміщеннях музею на відповідність нормам повинні здійснювати лише фахівці-світлотехніки в галузі музейного освітлення.

Реалізація систем освітлення в основних приміщеннях музеїв з дотриманням нормованих характеристик світлового режиму і виконанням сукупності вимог екологічної безпеки (нормований температурно-вологісний режим, пожежобезпека, захист від біопшкоджень, пилу тощо) можлива лише на основі використання спеціалізованих засобів освітлення і світлозахисту. Варто виключити використання при устаткуванні музеїв технічних засобів забезпечення світлового режиму без відповідних документів на їхнє застосування саме в музейному освітленні.

Обмеження і регулювання світлонадходжень прямих сонячних променів в експозиційні зали і запасники через світлопроєми музейних будівель повинні бути досягнуті з використанням спеціальних конструктивних пристосувань у вигляді сонцезахисних пристроїв. Конструктивні рішення сонцезахисних пристроїв залежать від способів їхньої установки відносно світлопроємів (зовнішні, міжстекольні і внутрішні). Сонцезахисні пристрої можуть бути стаціонарними (козирки, ребра, екрани тощо) і регульованими (маркізи, жалюзі, штор-жалюзі, штори тощо). Регулювання може бути здійснено як вручну (механічно), так і за допомогою електропривода або автоматично.

Вибір варіанта сонцезахисту для конкретного музею визначається кліматичною зоною його розташування, орієнтацією світлопроємів щодо сторін світла і змістом представленої в музеї експозиції.

Для нормалізації світлового режиму світлопроєми експозиційних залів, крім сонцезахисних пристроїв, що перерозподіляють (зокрема, що зменшують) кількісні характеристики випромінювань, повинні бути обладнані спеціальними селективними світлозахисними матеріалами (і відповідними пристроями з них), що екранують шкідливі складові оптичних випромінювань. Грамотний підбір матеріалів і пристроїв у світлопроємах музейних приміщень різного призначення дозволяє стабілізувати в них світловий і температурно-вологісний режими. Як селективні матеріали можуть бути використані спеціальні стекла, прозорі полімерні плівки, що екранують ультрафіолетове випромінювання, тоновані плівки

комплексної дії, а також тканини з поліефірних волокон і стеклотканини, що відбивають або поглинають інфрачервоне або ультрафіолетове випромінювання.

Середні значення КЕО для світлопроемів експозиційних залів повинні складати 1 % - 1,5 %.

У системах штучного освітлення основних музейних приміщень як джерела світла припустиме використання наступних різновидів ламп:

- ламп накаливання, різноманітних по конструкції, у тому числі загального призначення і дзеркальних із прозорими колбами;

- галогенних ламп накаливання з інтерференційними відбивачами і фільтрами ультрафіолетового захисту;

- люмінесцентних ламп із колірною температурою від 2800 К до 6000 К з пристроями захисту від надлишкового змісту ультрафіолетового випромінювання;

- металогалогенних ламп із колірною температурою 6000 К з пристроями захисту від надлишкового змісту ультрафіолетового випромінювання.

При виборі джерела світла варто додатково враховувати тривалість горіння і світлову віддачу.

Освітлення експонатів, розташованих у герметизованих вітринах, забезпечують світильниками, винесеними з корисного об'єму вітрини. Остеклення вітрин виконують з матеріалів, що забезпечують придушення складових спектра випромінювань, що несприятливо впливають на предмети експозиції.

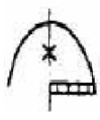
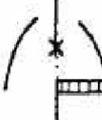


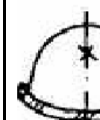

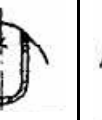
Додаток Б

Найменування складових частин	Модифікація типорозміру ЛСП 2х40																							
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Корпус	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Панель	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Відбивач	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Відбивач з отворами	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Скоба	2	2	-	-	2	2	-	-	2	2	-	-	-	-	2	2	2	2	-	-	-	-	2	2
Тримач	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Грати																								
Джгут монтажний	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
Торцевина	2	2	-	-	2	2	-	-	2	2	-	-	2	2	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-
ПРА стартерний	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-
ПРА безстартерний	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
Патрон	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Контактні затискачі	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Конденсатор	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Шайба	2	2	2	2	4	4	4	4	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2
Гвинт	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Загальна кількість складових частин	42	42	38	38	40	40	42	42	38	38	35	35	43	43	44	44	38	38	38	38	40	40	42	42
У тому числі оригінальних	28	28	21	21	32	32	28	28	27	27	29	29	36	36	35	35	27	27	27	27	32	32	28	28


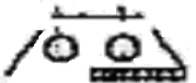

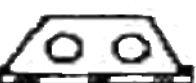
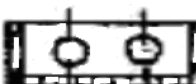

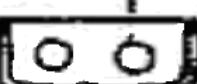
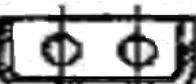
Додаток В

Конструктивно-світлотехнічні схеми СП

Таблиця В1 - Коефіцієнти $K_{\Delta t, \text{ЛЦ}}$ цоколя лампи та $K_{\Delta t, \text{КП}}$ корпуса патрона для СП з ЛР основних конструктивно-світлотехнічних схем

клас	I	II	III	IV	V	VI	VII
група А1							
$K_{\Delta t, \text{ЛЦ}}$	1,5	1,2	1,4	1,5	1,6	1,5	1,1
$K_{\Delta t, \text{КП}}$	1,4	1,3	1,6	1,5	1,7	1,5	1,2

Таблиця В2 - Коефіцієнти $K_{\Delta t, i}$ для СП з ЛЛ основних принципових схем ($K_{\Delta t, \text{КЛ}}$ - колба лампи, $K_{\Delta t, \text{ПРА}}$ - ПРА).

клас		I	II	III	IV
Б	Б1				
	Б2				
	$K_{\Delta t, \text{КЛ}}$	1,8/2,0	1,4	2,2	2,4
	$K_{\Delta t, \text{ПРА}}$	1,8	1,5	2,2	2,5

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Назаренко Леонід Андрійович
Черкашина Олена Леонідівна

Методичні вказівки до практичних занять з курсу **"Розрахунок і конструювання світлових приладів"** (для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальностей 7.090605, 8.090605 "Світлотехніка і джерела світла").

Редактор: М.З. Аляб'єв
Коректор: З.І. Зайцева
Комп'ютерне верстання: Ю.П. Степась

План 2009, поз. 303 М

Підп. до друку 3.02.2010
Друк на ризографі.
Зам. №

Формат 60x84/16.
Ум. друк.арк. 2,2
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК №731 від 19.12.2001